



**You have downloaded a document from
RE-BUS
repository of the University of Silesia in Katowice**

Title: Gramatyka języka w komputerze mózgu i programie umysłu. W poszukiwaniu realnego cerebralnie i mentalnie modelu składni

Author: Tomasz Nowak

Citation style: Nowak Tomasz. (2019). Gramatyka języka w komputerze mózgu i programie umysłu. W poszukiwaniu realnego cerebralnie i mentalnie modelu składni. "Logopedia Silesiana" (T. 8 (2019), s. 57-79), doi 10.31261/LOGOPEDIASILESIANA.2019.08.05



Uznanie autorstwa - Na tych samych warunkach - Licencja ta pozwala na kopiowanie, zmienianie, rozprowadzanie, przedstawianie i wykonywanie utworu tak długo, jak tylko na utwory zależne będzie udzielana taka sama licencja.



UNIwersYTET ŚLĄSKI
W KATOWICACH



Biblioteka
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



TOMASZ NOWAK

Wydział Humanistyczny, Instytut Językoznawstwa,
Uniwersytet Śląski

0000-0001-6044-113X

Gramatyka języka w komputerze mózgu i programie umysłu W poszukiwaniu realnego cerebralnie i mentalnie modelu składni

Language Grammar in the Brain of the Computer and the Programme of the Mind.
In Search of a Real Cerebral and Mental Model of Syntax

ABSTRACT: The author of the article tackles the problem of human language grammar from the point of view of several scientific disciplines: theoretical and mathematical linguistics, psycholinguistics, and neurolinguistics. The subject of the work is a grammar parser, and, especially, the limitations imposed on its structure and function by such factors as: the brain and the mind, the computer and the programme.

KEY WORDS: grammar, parser, psycholinguistics and neurolinguistics, theoretical and mathematical linguistics

Wprowadzenie

Problem badawczy, jaki w swojej pracy podejmuję, jasno wyraża pytanie: która lingwalna gramatyka tworzy mentalny program, za pośrednictwem którego przetwarza zdania cerebralny komputer? Jeszcze inaczej pytając: który model gramatyczny w języku stanowi bazę rozbioru gramatycznego w umyśle, jaki przeprowadza parser gramatyczny w mózgu? Mój artykuł, jak sugeruje jego tytuł, ogniskuje się zatem wokół dwóch kluczowych spraw, mianowicie: gramatyki i jej parsera, a więc algorytmizacji i implementacji gramatyki języka w umyśle i w mózgu.

W swojej pracy przedstawię wybrane programy i modele gramatyki lingwistycznej na tle założeń i twierdzeń lingwistyki matematycznej, ale również spostrzeżeń i wyjaśnień psycho- i neurolingwistyki. W tym kontekście usytuuję refleksję nad koncepcjami parsera językowego, czyli hipotetycznego modułu cere-

bralno-mentalnego, który specjalizuje się w rozbiórce zdań, tzn. w ich analizie i syntezie w toku przetwarzania języka i mowy, a ściślej – zdań i sądów.

Szkic ten szczególnie dedykuję (obecnym i przyszłym) logopedom, którzy w swojej pracy zawodowej sięgają po różne modele lingwistyczne, często nie zdając sobie sprawy z tego, że część tych koncepcji jest albo doświadczalnie niezbadana, albo zbadana i uznana za nierealne, przy czym mam na myśli nie tyle ich moc deskrypcyjną (w stosunku do języka/mowy), ile ich moc eksplanacyjną (w stosunku do mózgu/umysłu). Logopedia, jak miemam, jest dyscypliną praktyczną, którą szczególnie interesuje to, co dzieje się na styku lingwistyki i psychologii, a zwłaszcza – w zakresie tego, co zowie się cerebralno-mentalną realnością opisu języka, czyli tego, co podpada pod terminy „teoria prawdziwa” (teoretycznie) i „teoria skuteczna” (praktycznie).

1. Gramatyka jako projekt transdyscyplinarny

Gramatyka to projekt transdyscyplinarny, który sytuuje się na przecięciu kilku dyscyplin: formalnych (matematyki) i empirycznych (biologii, psychologii i lingwistyki). W tym ujęciu zakłada się, że przetwarzanie gramatyczne (morfologiczne i syntaktyczne) ma charakter komputacyjny, tj. lingwistyka opisuje to, co się oblicza, psychologia – to, jak się oblicza, natomiast biologia – to, gdzie/kiedy się oblicza¹; lingwistyka specyfikuje funkcję, którą umysł algorytmizuje, mózg zaś implementuje; mózg to komputer (urządzenie), umysł to program (rozwiązanie), a język i mowa to problem (zadanie)².

Tymczasem jednak nauka realizuje ten program badawczy, póki co, w ograniczonym zakresie, raczej niespiesznie i nie wszędzie. Sytuacja, jaką obserwuję, przedstawia prędkiej taki oto obraz: lingwiści mutują i konfrontują z sobą gramatyki w dziedzinie języka i mowy, z kolei biologowie i psychologowie selekcionują i adaptują gramatyki do środowiska mózgu i umysłu. Co istotne, lingwiści odwołują się przy tym do obserwacji pasywnych (lektur tekstów i dyskursów), biologowie i psychologowie zaś – do obserwacji aktywnych (pomiarów miejsc aktywacji i czasów reakcji). Droga, jaką kreślę, przybiera ekumeniczny kierunek: od pluralizmu gramatyk lingwalnych do monizmu gramatyk cerebralno-mentalnych.

¹ Aksjomaty komputacjonizmu w badaniach kognitywistycznych formułuje: Marr, 1982.

² Por. procesy słuchania oraz operacje mówienia, które przyjmują kierunek albo od głoski/różnicy do tekstu/celu (analiza), albo od celu/tekstu do różnicy/głoski (synteza), zawsze jednak przez słowo/pojęcie i zdanie/sąd.

2. Gramatyka lingwalna (języka i mowy)

Przez 2500 lat konstruowano (i zaproponowano w roli modeli opisujących budowę języka naturalnego) wiele (kilkaset) modeli gramatycznych, które można klasyfikować na podstawie różnych kryteriów (Nowak, 2013; 2014). Klasyfikacja modeli gramatycznych, jakiegokolwiek formy nie przybierze, nie może nie uwzględniać dystynkcji między tym, co się opisuje (przedmiot i aspekt) i jak się opisuje (metoda i cel), a więc atrybutów ontologicznych i gnoseologicznych, jakie formułują poszczególne gramatyki. Oto zarys przyszłej klasyfikacji najogólniejszych (rodzin) modeli gramatyk lingwistycznych (na marginesie: pragnę podkreślić, że nie żywię ambicji, by na łamach tej pracy tworzyć zupełną i rozłączną klasyfikację albo nie-zupełną i nie-rozłączną typologię wszystkich modeli gramatycznych; hierarchizacja gramatyk wydaje mi się jednakże koniecznym warunkiem wstępnym, by móc rozważać ich ewentualną funkcję jako przyszłych modeli języka/mowy w mózgu/umyśle):

1. klasyfikacja₁:

1.1. kryterium: przedmiot

1.2. klasa:

1.2.1. gramatyki nie-kompetencyjne (performancyjne)

1.2.2. gramatyki kompetencyjne

2. klasyfikacja₂:

2.1. kryterium: aspekt

2.2. klasa:

2.2.1. pod-klasa₁:

2.2.1.1. gramatyki nie-dyskretne (kontynualne)

2.2.1.2. gramatyki dyskretne

2.2.2. pod-klasa₂:

2.2.2.1. gramatyki nie-formalne (funkcjonalne),

2.2.2.2. gramatyki formalne

3. klasyfikacja₃:

3.1. kryterium: metoda

3.2. klasa:

3.2.1. gramatyki nie-frazowe (dependencyjne)

3.2.2. gramatyki frazowe

4. klasyfikacja₄:

4.1. kryterium: cel

4.2. klasa:

4.2.1. gramatyki nie-derywacyjne (unifikacyjne)

4.2.2. gramatyki derywacyjne

Gramatyki kompetencyjne i nie-kompetencyjne to koncepcje, które różni przedmiot opisu. Gramatyki kompetencyjne symulują kompetencję reprezentacyjną gramatyczną użytkownika i opisują system języka (społeczny, psychiczny, stabilny). Gramatyki kompetencyjne to modele wiedzy językowej, czyli tego, co użytkownik – potencjalnie – o swoim języku wie. Gramatyki te zakładają ontologiczny idealizm oraz gnoseologiczny racjonalizm. Gramatyki kompetencyjne silnie nawiązują do tradycji lingwistycznych i matematycznych³. Gramatyki performancyjne emulują kompetencję komunikacyjną pragmatyczną użytkownika i opisują uzus mowy (indywidualny, fizyczny, labilny). Gramatyki performancyjne to modele czynu mownego, mianowicie tego, co użytkownik – aktualnie – ze swoją mową robi. Gramatyki te zakładają ontologiczny materializm oraz gnoseologiczny empiryzm. Gramatyki performancyjne obficie czerpią z tradycji psychologicznych i socjologicznych⁴.

Gramatyki dyskretne i nie-dyskretne oraz gramatyki formalne i nie-formalne to koncepcje, które różni aspekt, mianowicie kwalitatywny i enumeratywny status jednostek języka i mowy. Gramatyki dyskretne opisują zdania w kategoriach algebraczo-logicznych, znaczną wagę przywiązując do definiowanych jakościowo (w liczbach naturalnych) korelacji strukturalnych między jednostkami typu podrzędnik i nadrzędnik⁵. Gramatyki kontynualne opisują z kolei zdania w kategoriach statystyczno-probabilistycznych, znaczną wagę przywiązując do definiowanych ilościowo (w liczbach rzeczywistych) korelacji linearnych między jednostkami rodzaju poprzednik i następnik⁶.

Gramatyki formalne stanowią symulacje procesów rozumienia, tj. analizy języka i mowy, a jednostką, która inicjuje opis (w kierunku: od formy do funkcji), jest zdanie. Gramatyki formy opisują język, uwzględniając tylko jego wewnętrzne atrybuty, a więc relacje między znakami. Gramatyki funkcjonalne stanowią emulacje operacji mówienia, tj. syntezy języka i mowy, jednostką zaś, która inicjuje opis (w kierunku: od funkcji do formy), jest tekst. Gramatyki funkcji opisują język, uwzględniając także jego zewnętrzne atrybuty, a więc relacje między znakami i ich subiektami.

Gramatyki frazowe i nie-frazowe to koncepcje, które różni metoda, a ściślej – modus opisu. Gramatyki frazowe to klasa modeli gramatycznych, np. morfosyntaktycznych, które bazują na logicznym rachunku sylogizmów oraz akceptują aksjomat, zgodnie z którym stosunek między predykatem i (jego) subiektem

³ Zob. gramatyki strukturalne i generatywne.

⁴ Por. gramatyki kognitywne i komunikacyjne.

⁵ Zob. gramatyki frazowych struktur (PSG).

⁶ Zob. gramatyki skończonych stanów (FSG).

jest asymetryczny: $S \varepsilon P$. Gramatyka frazowa opisuje strukturę zdań w postaci dendrytów i ich komponentów, przy czym korzeń dendrytu etykietuje zdanie, gałęzie – tranzytywną relację dominacji, węzły – frazy, a liście – słowa, którym przypisuje się etykiety klas syntaktycznych⁷. Gramatyki dependencyjne to klasa modeli gramatycznych, m.in. morfosyntaktycznych, które nawiązują do logicznego rachunku predykatów tudzież akceptują aksjomat, zgodnie z którym stosunki między predykatami i argumentami są symetryczne: $g(x, y)$. Gramatyki dependencyjne opisują strukturę zdań za pomocą dendrytów i ich komponentów, przy czym korzeń dendrytu etykietuje orzeczenie, gałęzie – nie-tranzytywną relację dependency, a węzły i liście – słowa, którym przypisuje się etykiety ról semantycznych⁸.

Gramatyki derywacyjne i nie-derywacyjne to koncepcje, które różni cel, tj. funkcja opisu. Gramatyki derywacyjne opisują budowę zdań za pomocą (dynamicznych) reguł, które głoszą, że to, co w zdaniach nie jest nakazane, nieobjęte regułą, jest zabronione. Co ważne, gramatyki derywacyjne – poli-stratalne – zakładają istnienie co najmniej dwóch poziomów reprezentacji morfosyntaktycznych, tj. struktur powierzchniowej i głębokiej, które – w procesach analizy i syntezy – wiążą się ze sobą dzięki derywacji, czyli aplikacji ciągu algorytmicznych (wąskich) reguł, które budują zdania, zmieniając, na kolejnych etapach derywacji, ich formalny wystrój. Gramatyki derywacyjne to albo modele (trans)formacyjne, w których reguły generują zdania, albo modele (meta)leksykalne, w których słowa projektują zdania (rzutując na nie swe cechy). Gramatyki unifikacyjne opisują budowę zdań z pomocą (statycznych) restrykcji, które głoszą, że to, co w zdaniach nie jest zakazane, nieobjęte restrykcją, jest dozwolone. Co nowatorskie, gramatyki unifikacyjne – mono-stratalne – przyjmują istnienie co najwyżej jednego poziomu reprezentacji morfosyntaktycznej, tj. struktur powierzchniowej lub głębokiej, które powstają w procesach analizy i syntezy – dzięki unifikacji, a więc aplikacji szeregu heurystycznych (szerokich) restrykcji, które oceniają zdania, nie zmieniając przy tym ich formalnego kształtu. Gramatyki unifikacyjne to zwykle modele leksykalne, w których słowa projektują zdania, czy ściślej: atrybuty słów zastępują reguły formacji.

Mimo iż skonstruowano i zaproponowano wiele koncepcji gramatycznych, nadal do końca nie wiadomo, które teorie morfosyntaktyczne emulują najwierniej sposób, w jaki mózg/umysł przetwarza język/mowę, czy ściślej mówiąc: to, jak parser, w procesie integracji zdania/sądu, buduje drzewo rozbioru, pokonując długą drogę od wielowymiarowych sieci słów do jednowymiarowego łańcucha głosek (względnie w odwrotnym kierunku). Niewykluczone, a nawet dość prawdopodobne, że ów cerebralny i mentalny parsing angażuje całą mozaikę rozmaitych gramatyk, które aktywują się – osobno i/lub razem – na kolejnych subetapach i subpoziomach gramatycznej analizy i syntezy syntaksy. Jak się jednak

⁷ Por. klasy leksykalne, np. NP i VP, oraz funkcyjne, np. IP i CP.

⁸ Por. role aktantowe, np. SUB i OBJ, oraz cirkumstantowe, np. LOC i TEMP.

w swej istocie rzeczy mają, mówiąc uczciwie: nie wiadomo, nadal bowiem, mimo iż refleksja nad gramatyką liczy sobie 2500 lat, nie wiemy, który model gramatyczny zdania/sądu jest prawdziwy, czyli adekwatny nie tylko deskrypcyjnie, ale również (czy może właśnie: przede wszystkim!) eksplanacyjnie⁹. Niniejszy artykuł, w autorskim zamyśle, ma uczynić drobny krok w tę właśnie stronę.

Gramatyka lingwalna, jako przyszły kandydat do roli wiarygodnego modelu przetwarzania zdań/sądów w mózgu/umyśle, winna wypełniać pewne – ściśle określone – warunki brzegowe (limitacyjne): aprioryczno-dedukcyjne (formalne) i aposterioryczno-redukcyjne (empiryczne). Gramatyka realna, istniejąca w mózgu i w umyśle, wymaga nie tylko odpowiednich struktur i funkcji, mianowicie cerebralnych pól i dróg oraz mentalnych dyspozycji i procesów, lecz także sytuujących się u podstaw cerebralnych implementacji / mentalnych reprezentacji adekwatnych komputacyjnych produkcji i mocy. Proponuję zatem, żeby na projekt gramatyki wiarygodnej spojrzeć z punktu widzenia matematyki oraz biologii i psychologii, pamiętając o porzekadle, które głosi, że „matematyka nigdy nie kłamie, ale też nigdy nie mówi całej prawdy”. W tymże ujęciu nauki formalne definiują pełną przestrzeń logicznych możliwości (ciągów alternatyw), w granicach których nauki empiryczne dokonują określonych wyborów (członów alternatyw). Parser gramatyczny, jako część modułu językowego, która powsta(wa)ła w drodze koewolucji biologicznej oraz kulturowej, jest implementowalny w mózgu i umyśle, albo identycznie, albo analogicznie, jak w komputerze i w jego programie. Mówiąc wprost: świadomie zakładałam w swojej pracy wybrane, w moim osądzie, analogicznie trafne założenia komputacjonizmu. Tę kwestię poruszę w kolejnym rozdziale.

3. Gramatyka formalna (w komputerze i w programie)

Gramatyka formalna (w pamięci komputera) wymaga w celu implementacji odpowiednich komputacyjnych produkcji i mocy. Z matematycznego punktu widzenia gramatyka to system aksjomatyczno-dedukcyjny, który posiada swoją formalną definicję i klasyfikację¹⁰.

Gramatyka formalna G to czwórka uporządkowana: $\langle N, \Sigma, P, S \rangle$. Gramatyka G przyjmuje („na wejściu”) zbiór symboli: nie-terminalnych, w tym nie-początkowych (N) i początkowych (S), i terminalnych (Σ), tudzież zbiór produkcji (P), i formułuje („na wyjściu”) ciągi symboli. Ściślej rzecz biorąc: zbiór symboli (dla gramatyk – razem – typu: 0, 1, 2 i 3) zawiera symbole (osobno) nie-terminalne

⁹ Kwestie te obszernie omawia: Bobrowski, 1993.

¹⁰ Kompetentne i kompletne definicje terminów z zakresu lingwistyki matematycznej formułują: Blikle, 1971; Hopcroft, Motwani, & Ullman, 2005.

$\{A, B\}$ i terminalne $\{a\}$, a także symbole (razem) nie-terminalne $\{\alpha, \beta, \gamma\}$ i/lub terminalne $\{\alpha, \beta, \gamma\}$, przy czym symbole (nie)terminalne są albo nie-puste $\{\gamma\}$, albo (nie)puste $\{\alpha, \beta\}$. Zbiór produkcji (dla gramatyk – osobno – typu: 0, 1, 2 i 3) zawiera reguły¹¹.

Hierarchia Chomsky'ego-Schützenbergera, którą powyżej i poniżej przywołuję, prezentuje porządek klas języków (gramatyk i automatów) formalnych, przy czym stosunki między nimi układają się w taki sposób, że gramatyki syntetyzują języki, natomiast automaty je analizują¹². Ma ona swoje implikacje teoretyczne i praktyczne. Po pierwsze, udowodniono, że gramatyki podlegają prawu, na mocy którego stwierdza się, że im węższa produkcja, tym mniejsza moc – w związku z czym gramatyki tworzą hierarchię: od gramatyk o regułach najwęższych i mocy najmniejszej¹³ do gramatyk o regułach najszerzych i mocy największej¹⁴. Po wtóre, udowodniono, że jest możliwa informatyczna implementacja parsera (programu w komputerze), który będzie mógł korzystać z języków formalnych, które syntetyzują gramatyki oraz analizują automaty o regułach (naj)węższych i mocy (naj)mniejszej¹⁵.

Gramatyka formalna musi dysponować odpowiednią mocą komputacyjną, tj. nie może być ani za słaba, ani za silna, mianowicie nie może być tak, że istnieją zdania poprawne, których nie generuje, i nie może być tak, że istnieją zdania niepoprawne, które generuje. W związku z tym należałoby niektóre gramatyki uznać za pod-generatywne, np. gramatyki regularne (RG), niektóre za nad-generatywne, np. gramatyki rekurencyjnie enumeracyjne (REG); ze względu na to gramatyki generatywne to tylko te gramatyki, które są albo kontekstowo wolne (CFG), albo kontekstowo czułe (CSG) (Chomsky, 1956; 1963; Miller & Chomsky, 1963)¹⁶.

Udowodniono, że siła produkcji gramatyk najsłabszych (RG) i najsilniejszych (REG) jest, odpowiednio, zbyt mała lub zbyt duża, żeby przy ich użyciu opisać adekwatnie zdania języka naturalnego, czyli języków etnicznych. Moc gramatyki, która potrafiłaby wygenerować zbiór zdań poprawnych i tylko poprawnych jakiegoś języka ludzkiego, nie może być mniejsza więc niż moc CFG i nie może być większa niż moc CSG. Jak wiadomo, gramatyka lingwistyczna opisuje pod-

¹¹ Por. REG: $\alpha A \beta \rightarrow \beta$, CSG: $\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$, CFG: $A \rightarrow \alpha$ i RG: $A \rightarrow a(B)$.

¹² Por. 1. gramatyka (typu 0): REG \rightarrow język rekurencyjnie przeliczalny; 2. gramatyka (typu 1): CSG \rightarrow język kontekstualnie czuły; 3. gramatyka (typu 2): CFG \rightarrow język kontekstualnie wolny; 4. gramatyka (typu 3): RG \rightarrow język regularny.

¹³ Zob. gramatyki (typu 3).

¹⁴ Zob. gramatyki (typu 0).

¹⁵ Por. FSG 'gramatyki stanów skończonych' (= RG) i PSG 'gramatyki struktur frazowych' (= CFG). Relacje między językami naturalnymi i formalnymi w kontekście parsera i parsingu omawia: Mykowiecka, 2007.

¹⁶ Por. pierwsze modele generatywne języka angielskiego: FSG (= RG), PSG (= CFG), TGG (= CSG), gdzie pierwszy model (FSG) okazał się za słaby, jako że nie opisywał zdań poprawnych ze składnikami strukturalnie bliskimi i linearnie dalekimi, a ostatni model (TGG) okazał się za silny, jako że opisywał zdania nie-poprawne post-transformacyjne nie-konwersyjne.

systemy morfotaktyczny i syntaktyczny. Udowodniono, iż relacje morfotaktyczne opisują (satysfakcjonująco!) gramatyki regularne, natomiast relacje syntaktyczne – gramatyki bezkontekstowe.

Od pewnego czasu toczy się jednak spór, który dotyczy relacji między gramatykami CFG i CSG; mianowicie naukowcy poszukują odpowiedzi na pytania: z jednej strony, czy gramatyki CFG nie są za słabe, oraz, z drugiej strony, czy gramatyki CSG nie są za silne (w stosunku do atrybutów syntaktycznych języków etnicznych jako swego rodzaju przypadków szczególnych języka naturalnego). Obie strony sporu formułują własne argumenty i powołują się na pewne odkrycia. Po pierwsze, wykazano, że istnieją języki (dialekty) afrykańskie (bambaryjski) oraz europejskie (niderlandzki i niemiecki), zawierające zdania poprawne, których gramatyki CFG nie są w stanie opisać. Po wtóre, wykazano, że istnieją modele (gramatyki) syntaktyczne (tzw. standardowe), które generują przy użyciu reguł gramatyk CFS zdania nie-poprawne. Obecnie konkluduje się, iż – po pierwsze – przywołane dialekty są statystycznie marginalne, a – po drugie – przytoczone gramatyki są psychologicznie irrealne. Ze względu na to twierdzi się ostatecznie, że gramatyką (generatywną), w której powinna się „zmieścić” syntaksa języków ludzkich, jest gramatyka kontekstowo wolna (CFG), której moc podziałają gramatyki lingwalne w rodzaju PSG ‘gramatyki struktur frazowych’ i DG ‘gramatyki dependencyjne’. Przypomnę, że modele frazowe i dependencyjne są sobie równoważne w stopniu słabym, tj. opisują identyczny zbiór zdań, ale przypisują tym samym zdaniom różne struktury; naturalnie, rozstrzygnięcia wymaga kwestia tego, która gramatyka, PSG lub DG, (naj)wierniej modeluje to, co robi mózg (umysł), gdy przetwarza język (mowę) (Gaifman, 1965; Kieraś, 2010).

Gramatyka cerebralna (w mózgu) i mentalna (w umyśle), poza odpowiednimi formalnymi atrybutami komputacyjnymi – regułami i mocami – wymaga także odpowiednich empirycznych struktur i funkcji, tj. cerebralnych pól i dróg, oraz mentalnych dyspozycji i procesów. Kwestie te poruszę w kolejnych rozdziałach.

4. Gramatyka cerebralno-mentalna (w mózgu i w umyśle)

Relacje między terminami: *mózg* i *umysł* oraz *język* i *mowa* są niebywale skomplikowane. Nie czas i nie miejsce, żeby je tutaj rozważać. Z pewnością zadanie to wymaga niepoślednich kompetencji filozoficznych. W związku z tym, ucinając już na wstępie jałowe spekulacje, po prostu proponuję, aby przyjąć (roboczo!), że jeżeli umysł jest tym, co robi mózg człowieka, to mowa jest tym, co człowiek robi z językiem (z kolei program tym, co robi komputer). Gwoli czytelności wywodu, będę się więc w pracy posiłkował zapisem: „mózg/umysł” i „język/mowa”.

4.1. Gramatyka cerebralna (w mózgu)

Gramatyka cerebralna (gramatyka w mózgu) wymaga w celu implementacji języka i mowy odpowiednich struktur, tj. cerebralnych pól i dróg. Kwestie te warto przybliżyć, odwołując się do wyników najświeższych badań eksperymentalnych z zakresu neurolingwistyki (Friederici, 2011).

Przetwarzanie gramatyczne przebiega na poziomach brzuszny i grzbietowy w etapach wczesnym i późnym; inaczej mówiąc: przetwarzanie gramatyczne, morfo-syntaktyczne opiera się na dwóch gramatykach – niższej (wentralnej) i wyższej (dorsalnej) (Hickok & Poeppel, 2007; Poeppel & Embick, 2005; Shalom & Poeppel, 2008).

Przetwarzanie brzuszne i wcześniejsze ma charakter ikoniczny i holistyczny; korzysta z zasobów pamięci deklaratywnej (semantycznej), posiada zasięg lokalny i obejmuje operacje konkretne na relacjach linearnych między jednostkami leksykalnymi (słowami) – w granicach fraz leksykalnych. Konstrukcja fraz leksykalnych, np. NP i VP, w oparciu o morfotaktyczno-syntaktyczne cechy kategoriale i syntaktyczno-semantyczne cechy selekcyjne, odbywa się w podsięciach morfotaktyczno-syntaktycznej (LH: UF: aSTG: BA 22 ↔ FOP: BA 44/45) oraz syntaktyczno-semantycznej (LH: EFCS: aSTG: BA 22 ↔ aIFG: BA 45/47). W tych rejonach obserwuje się odpowiednie potencjały wywołane ELAN (wcześniej) i N400 (później), które stanowią bioelektryczne reakcje mózgu na bodźce w postaci cech czasownika w zdaniu¹⁷.

Przetwarzanie grzbietowe i późniejsze ma charakter symboliczny i analityczny; korzysta z magazynu pamięci proceduralnej (asocjacyjnej), posiada zasięg globalny i obejmuje operacje abstrakcyjne na relacjach strukturalnych między jednostkami gramatycznymi (składnikami) – w granicach fraz funkcjonalnych. Konstrukcja fraz funkcjonalnych, np. IP i CP, na podstawie syntaktyczno-morfotaktycznych cech subkategoryzacyjnych i morfotaktyczno-semantycznych cech tematycznych, odbywa się w podsięci morfosyntaktyczno-semantycznej (LH: AF: pIFG (+BG): BA 44 ↔ pSTG (+BG): BA 22). W tej okolicy obserwuje się odpowiednie potencjały wywołane LAN (wcześniej) i P600 (później), które stanowią bioelektryczne reakcje mózgu na bodźce w postaci cech czasownika w zdaniu¹⁸.

Jak widać, udało się odnaleźć korespondencję (lokatywno-temporalną) między strukturami i funkcjami: z jednej strony frazami leksykalnymi¹⁹, oraz z drugiej – frazami funkcjonalnymi²⁰, zgodnie z przewidywaniami gramatyk derywacyjnych transformacyjnych w rodzaju PAP (GB i MP). Co istotne, relacja ta zachodzi też w skalach ontogenetycznej i filogenetycznej, mianowicie drogi grzbietowe – tak

¹⁷ Por. słowo *kusić*: cecha kategoriale V (ELAN) i cecha selekcyjna [+Hum] _ [+Hum] (N400).

¹⁸ Por. słowo *kusić*: cecha subkategoryzacyjna NP_{nom} – NP_{acc} (LAN) i cecha tematyczna <Agent _ Pacjent> (P600).

¹⁹ Zob. drogi brzuszne i efekty wczesne.

²⁰ Zob. drogi grzbietowe oraz efekty późne.

w rozwoju osobników ludzkich, jak i w ewolucji gatunku ludzkiego – tworzą się najpóźniej (w myśl prawa biogenetycznego²¹). W związku z tym wszystkim, o czym wcześniej była mowa, można przyjąć, że w mózgu/umyśle istnieją dwie gramatyki: niższa i wcześniejsza oraz wyższa i późniejsza, przy czym gramatykę niższą opisuje formalizm FSG (= RG), a gramatykę wyższą – formalizm PSG (= CFG). Oprócz tego gramatyka niższa i wcześniejsza obsługuje relacje linearne bliskie i nie-strukturalne, gramatyka zaś wyższa i późniejsza – relacje linearne dalekie i strukturalne (Van der Lely, Heather, & Pinker, 2014).

Badania neurolingwistyczne nie rozstrzygają, póki co, wyników rywalizacji, jaka toczy się między gramatykami derywacyjnymi (regułowymi) i unifikacyjnymi (restrykcyjnymi). Otóż, z jednej strony, udało się zidentyfikować obwody, które angażują się w derywację konstrukcji o najwyższym stopniu komplikacji, m.in. w zakresie relacji linearnych²². Z drugiej strony natomiast, udało się zidentyfikować obwody, które angażują się w unifikację konstrukcji gramatycznych, kolejno: fonotaktycznych (BA 6/44), morfosyntaktycznych (BA 44/45), semantycznych (BA 45/47), tj. obwody, które odpowiadają za homogenizację głosek w sylabach, cząstek w słowach i słów w zdaniach (Hagoort, 2005).

4.2. Gramatyka mentalna (w umyśle)

Gramatyka mentalna (w umyśle) wymaga odpowiednich funkcji, tj. mentalnych dyspozycji i procesów. Kwestie te warto przybliżyć, odwołując się do wyników najbardziej klasycznych, i niekoniecznie najnowszych, badań eksperymentalnych z zakresu psycholingwistyki (Greene, 1977, s. 134–178, 179–245).

Przetwarzanie energii/informacji w mózgu/umyśle przebiega zgodnie z prognozami modeli autonomicznych lub heteronomicznych (bądź jakiejś ich, nierozpoznanej dotąd, kombinacji). Być może cerebralny komputer (mózg) zawiera mentalny program (umysł), który przetwarza sensoryczno-motoryczne dane²³ albo w sposób separacyjny (centralny i modułowy) – czyli obligatoryjny (szybki), zstępujący (odgórny) i seryjny (wolny) – albo w sposób interakcyjny (dys-trybutywny i sieciowy), a więc – fakultatywny (giętki), wstępujący (oddolny) i paralelny (szybki). Pytanie, jakie się w tym miejscu nasuwa, dotyczy natury i sposobu przetwarzania języka i mowy, a szczególnie procesów i operacji gramatycznych (morfo-syntaktycznych), które zachodzą w toku słuchania i/lub mówienia²⁴.

²¹ Ontogeneza rekapitulacją filogenezy.

²² Por. translokacja oraz relacje strukturalne; por. rekurencja; zob. obwody: pIFG: BA 44 i pSTG: BA 22; zob. także: obszary odpowiedzialne za funkcje obliczeniowe, np. kora pre-motoryczna (LH: PMC: BA 6), i pamięciowe, np. kora pre-frontalna (LH: PFC: BA 46).

²³ Por. procesy odbiorczej analizy i operacje nadawczej syntezy.

²⁴ Problem definicji i klasyfikacji rodzajów przetwarzania podejmują: Kurcz & Polkowska, 1990.

Przetwarzanie energii/informacji w mózgu/umyśle aktywuje najpewniej różne jednostki na różnych poziomach i różne procesy na różnych etapach, angażując różne aparaty cerebralne i mentalne²⁵, przy czym w takim ujęciu parser językowy stanowi bądź wspólną ich część, bądź osobną od nich całość. Reasumując: parser językowy to albo osobna całość, albo wspólna część procesora i bufora, generatora i analizatora, przy czym w procesorze i buforze, generatorze i analizatorze bądź to można wyodrębnić osobną (ontycznie) całość językowo-mowną, bądź to – nie. Co oczywiste, pierwszą (silną) opcję głosi hipoteza autonomiczna, drugą (słabą) – hipoteza heteronomiczna. Trzeba przyznać, że ostatecznie, niezależnie od tego, jaką parser językowy formę przyjmuje i funkcję realizuje, gramatyka mentalna nieuchronnie wikła się w kwestie, które nierozzerwalnie wiążą się ze sprawami parsera i parsingu, przy czym relacje między treściami/zakresami tych terminów układają się w ten sposób, że o ile parser to urządzenie, o tyle parsing to obliczanie, tj. operacja, która wiąże dane (informacje percepcyjne) i szukane (decyzje interpretacyjne). W tym ujęciu gramatyka mentalna to program, zgodnie z którym parser pracuje w toku syntezy i analizy, czyli wtedy, kiedy – po prostu – mówimy i słuchamy (Gleason & Ratner, 2005, s. 249–297).

Realne stosunki pomiędzy operacjami mówienia i procesami słuchania sprowadzają się w sumie do czterech logicznych potencjalnych kombinacji: ekwiwalencji, implikacji, dysjunkcji i koniunkcji. Co interesujące, badania eksperymentalne w zakresie psycho- i neurolingwistyki wskazują, że relacje między domenami nadawczej syntezy i odbiorczej analizy przypominają relację krzyżowania, co oznacza, iż istnieją takie operacje mówienia i takie procesy słuchania, które odwołują się do pewnej, wspólnej im bazy neuronalnej i kognitywnej. Przypuszczalnie w tymże miejscu, na ich przecięciu, sytuuje się ów hipotetyczny moduł cerebralny i mentalny, który specjalizuje się w obsłudze języka/mowy, a szczególnie – w zakresie jego/jej gramatyki. Rzecz jasna, nie podlega wątpliwości, że gramatyka mentalna musi akceptować pewne meta-dane rozwojowe i poznawcze, m.in. nie może być taka, by nie mogło jej przyswoić zdrowe ludzkie dziecko (akwizycja) oraz by nie mógł jej używać zdrowy dorosły człowiek (performancja)²⁶.

Psycholingwistyka poznawcza bada procesy przetwarzania języka/mowy w mózgu/umyśle ludzi zdrowych i dorosłych. Co ważne, badania psycholingwistyczno-poznawcze prowadzi się w dwu nurtach: lingwistycznym i psychologicznym, przy czym nurt lingwistyczny kontroluje realność modeli lingwistycznych (strukturalnych i generatywnych) za pośrednictwem technik psychologicznych, a z kolei nurt psychologiczny aplikuje zawartość modeli psychologicznych (kognitywnych i komunikacyjnych) bezpośrednio do jednostek lingwistycznych. Bez względu na przyjęty azymut, badania psycholingwistyczne przywiązują dużą

²⁵ Por. z jednej strony, analizator sensoryczny (na wejściu) i generator motoryczny (na wyjściu), i, z drugiej strony, procesor centralny i bufor pamięciowy (na przejściu).

²⁶ Struktury i funkcje parsera językowego prezentuje w ogólnym zarysie: Mecner, 2005.

wagę do psychologicznej, m.in. doświadczalnej, wiarygodności modeli lingwistycznych i realności jednostek językowo-mownych; innymi słowy: badania te dają nadzieję na to, że uda się wyznaczyć granicę między psychologiczną jawą i lingwistycznym snem. W swojej pracy zakładam perspektywę (optykę) lingwistyczną. W ostatecznym rozrachunku interesują mnie bowiem jedynie te wyniki badań, które pozwolą zawyrokować o wyższości jednego modelu lingwistycznego nad drugim, przy czym *tertium comparationis* stanowią dla modeli lingwistycznych rezultaty eksperymentów. W dalszych partiach swojej pracy zarysuję więc najważniejsze punkty w dyskusji nad historią studiów psycholingwistycznych dotyczących przetwarzania języka/mowy w mózgu/umyśle, w planie tego, co zowie się przetwarzaniem gramatycznym zdań/sądów.

Studia psycholingwistyczne prowadzi się aktualnie w dwóch perspektywach badawczych: (bardziej) lingwistycznej i (bardziej) psychologicznej, mianowicie – albo modele lingwistyczne poddaje się kontroli psychologicznej w dziedzinie mózgu i umysłu²⁷, albo modele psychologiczne preparuje się do aplikacji lingwistycznej w domenę języka i mowy²⁸. W szczególności jednak gramatyki lingwistyczne i psychologiczne odróżniają się od siebie aktualnie, np. przedmiotem i aspektem oraz metodą i celem opisu; otóż koncepcje psychologiczne i lingwistyczne formułują inne pytania²⁹. Niestety, psycholingwistykę uprawia się obecnie raczej przy znikomym udziale lingwistyki, modele zaś lingwistyczne szczegółowo gramatyczne oddają z czasem pole modelom psychologicznym ogólnopoznawczym (Altmann, 2001). Osobiście wierzę w to, że ten niekorzystny trend w najbliższej przyszłości się odwróci. W każdym razie kolejne akapity w swoim szkicu poświęcę temu, jak rozwijał się nurt lingwistyczny w psycholingwistyce, szczególnie danym, jakie otrzymano na drodze eksperymentalnej w jego ramach (nie kryję, że podejście to pragnę na gruncie badań doświadczalnych odrestaurować).

Teoria komplikacji derywacyjnej (TDC) zakłada, że istnieje istotna korelacja (izomorfizm) między komplikacją syntaktyczną i percepcyjną, czyli – lapidarnie rzecz ujmując – im więcej operacji syntaktycznych, mierzonych ilością reguł, tym także więcej procesów percepcyjnych, mierzonych ilością czasu (w reakcji) i ilością miejsca (w pamięci); inaczej mówiąc: im więcej operacji gramatycznych w zdaniach, tym więcej zabierają one czasu w reakcji oraz tym mniej zostawiają miejsca w pamięci. Teoria komplikacji derywacyjnej została najpierw poddana pomiarom w swojej najwcześniejszej wersji, tj. w oparciu o założenia gramatyk generatywno-transformacyjnych (TGG), które realizują się w postaci kilku modeli: teorii standardowej (ST), teorii standardowej rozszerzonej (EST) lub zmodyfikowanej rozszerzonej (REST). Zgodnie z założeniami i twierdzeniami owych

²⁷ Zob. *Derivational Theory of Complexity* (DTC).

²⁸ Zob. *Augmented Transition Network* (ATN).

²⁹ Por. pytanie lingwisty: *Czy model języka/mowy jest dobrym modelem (dla) mózgu/umysłu?* lub pytanie psychologia: *Czy model mózgu/umysłu jest dobrym modelem (dla) języka/mowy?*

modeli gramatycznych, synteza i analiza zdań przebiega w taki sposób, że mózg/umysł aplikuje do języka/mowy reguły transformacyjne: po pierwsze, obligatoryjne (morfotaktyczne) i po drugie, fakultatywne (syntaktyczne), w związku z czym powstają zdania pre-transformacyjne i post-transformacyjne, czyli jądra (najbardziej podobne do struktury głębokiej), m.in. zdania aktywne, afirmatywne, deklaratywne, oraz transformaty (najmniej podobne do struktury głębokiej), m.in. zdania pasywne, negacyjne, interrogatywne. Teoria komplikacji derywacyjnej przyjęła hipotezę, w myśl której gramatyka transformacyjna stanowi wiarygodny psychologicznie model przetwarzania języka/mowy w mózgu/umyśle (Miller, 1962). Hipotezę tę poddano badaniom eksperymentalnym, które poniżej, w najogólniejszym zarysie, relacjonuję (poszczególne eksperymenty, które kolejno numeruję w nawiasach) (Chomsky, 1957; 1965; 1968).

Eksperyment (1) polegał na tym, iż badający prezentował badanym zdania i przeprowadzał pomiar czasu reakcji i miejsca pamięci, przy czym przykłady językowe obejmowały zarówno zdania pre-transformacyjne, tj. aktywne i afirmatywne, jak też zdania post-transformacyjne, tj. aktywne i negatywne, pasywne i afirmatywne, pasywne i negatywne. Okazało się, że analiza zdań pre-transformacyjnych zajęła badanym mniej czasu i mniej miejsca aniżeli analiza zdań post-transformacyjnych, przy czym – co decydujące – wyniki badań układały się w taki sposób, że czas, jaki zajmowało przetwarzanie zdań razem pasywnych i negatywnych, stanowił sumę czasów przetwarzania zdań osobno pasywnych afirmatywnych i negatywnych aktywnych. Co istotne, pewną wątpliwość budziły różnice w czasach i w miejscach przetwarzania zdań typu pasywno-afirmatywnego i aktywno-negatywnego. Otóż najpierw zmierzono, że zdania pasywno-afirmatywne są czytane i rozumiane wolniej, a następnie, że zajmują mniej miejsca w pamięci niż zdania aktywno-negatywne (Miller & McKean, 1964; Savin & Perchonock, 1965):

- (1) *Agata kopie Beatę.* < *Agata nie kopie Beatę.* > *Beata jest kopana przez Agatę.*
(2) *Beata nie jest kopana przez Agatę.* ≈ *Agata nie kopie Beatę.* + *Beata jest kopana przez Agatę.*

O ile pierwsze wyniki badań doświadczalnych wydawały się niezmiernie obiecujące, o tyle kolejne rezultaty stawały się coraz bardziej deprymujące³⁰.

Eksperyment (2) polegał na tym, iż badający prezentował badanym zdania i przeprowadzał pomiar czasu reakcji. Okazało się, że przetworzenie zdań post-transformacyjnych nie zajmuje badanym więcej czasu niż przetworzenie zdań pre-transformacyjnych, szczególnie w sytuacji, gdy struktury głęboka i powierzchniowa nie przystają do siebie (Fodor & Garrett, 1966; 1967; Fodor, Garrett, & Bever, 1968; Garrett, Bever, & Fodor, 1966):

³⁰ Por. eksperymenty (2) i (3).

(3) *Agata, która jest ładna, kusi Beatę.* \approx *Ładna Agata kusi Beatę.*

(4) *Beata była kuszona przez kogoś.* \approx *Beata była kuszona.*

Eksperyment (3) polegał na tym, iż badający prezentował badanym zdania i przeprowadzał pomiar czasu reakcji. Okazało się, że przetworzenie zdań post-transformacyjnych nie zajmuje badanym więcej czasu niż przetworzenie zdań pre-transformacyjnych nie-konwersyjnych oraz przetworzenie zdań post-transformacyjnych zajmuje badanym więcej czasu niż przetworzenie zdań pre-transformacyjnych konwersyjnych, przy czym decydującą rolę odgrywają w takich przypadkach nie tylko czynniki syntaktyczne, lecz również semantyczne albo pragmatyczne (Slobin, 1966)³¹:

(5) *Agata kopie Beatę.* < *Beata jest kopana przez Agatę.*

(6) *Agata kopie piłkę.* \approx *Piłka jest kopana przez Agatę.*

(7) *Doktor leczył pacjenta.* \approx *Doktor był leczony przez pacjenta.*

(8) *Doktor leczył pacjenta.* \approx *Pacjent był leczony przez doktora.*

Udowodniono, że reguły transformacyjne nie mają realności psychologicznej. Okazało się, iż nie istnieje korespondencja (izomorfizm) pomiędzy liczbą reguł użytych do budowania zdań i ilością czasu potrzebnego do ich zrozumienia. Wykazano ponadto, że nie istnieje korelacja między komplikacją syntaktyczną oraz percepcyjną, ponieważ zdania post-transformacyjne są trudniejsze lingwistycznie i łatwiejsze psychologicznie, natomiast zdania pre-transformacyjne trudniejsze psychologicznie i łatwiejsze lingwistycznie (Fodor, Bever, & Garrett, 1974).

Udowodniono także, że proces przetwarzania zdań nie odbywa się za pośrednictwem reguł, które postuluje gramatyka transformacyjna, a więc reguł transformacji (Johnson-Laird, 1996). Parsing zdań nie musi zatem angażować reguł transformacyjnych, jako że można w ich miejsce postulować model luk i/lub śladów, które aktywuje słuchający i czytający, kierując się przy tym zasadą: zapamiętuj słowa (zwłaszcza jeśli się ich spodziewasz, a one się nie pojawiają) w postaci luk i/lub śladów oraz czekaj z ich połączeniem do końca lektury zdania. Za modelami luk i/lub śladów przemawiają liczne badania doświadczalne³².

Eksperyment (4) polegał na tym, iż badający prezentował badanym zdania i przeprowadzał pomiar czasu reakcji i pomiar miejsca pamięci. Materiał językowy obejmował zdania testowe, które zawierały składniki dalekie linearnie – bliskie strukturalnie i bliskie linearnie – dalekie strukturalnie, jak również słowa niezwiązane z prezentowanymi zdaniami, przy czym zdania podawano do jednego ucha, a słowa – do drugiego ucha. Okazało się, że im składniki bliskie sobie struk-

³¹ Por. regułę pasywizacji: $NP_1 - Aux - V - NP_2 \rightarrow NP_2 - Aux + jest + -V - on - przez + NP_1$.

³² Zob. eksperyment (4).

turalnie stają się dalsze sobie linearnie, tym dłużej przetwarza się zdania oraz tym gorzej zapamiętuje się słowa (Wanner, 1978; 1980; Wanner & Maratsos, 1978):

(9) *Jaką mapę Beata nosi ze sobą?* < *Jaką Beata mapę nosi ze sobą?*

(10) *Jaką Beata nosi mapę ze sobą?* < *Jaką Beata nosi ze sobą mapę?*

(11) *Agata, która goni yeti, jest mała.* < *Agata, którą goni yeti, jest mała.*

(12) *Agata, która jest mała, goni yeti.* < *Agatę, która jest mała, goni yeti.*

Udowodniono też, iż procesem przetwarzania zdań kieruje gramatyka struktur frazowych. Realność psychologiczną gramatyk frazowych potwierdziło kilka eksperymentów, przy czym gramatyka struktur frazowych nie musi przyjmować postaci reguł syntaktycznych (formacji); może przybierać kształt restrykcji leksykalnych (projekcji)³³.

Reguły syntaktyczne:

1. $S \rightarrow NP + VP$
2. $NP \rightarrow N$
3. $VP \rightarrow V + NP$
4. $N \rightarrow \text{Agata, Beata}$
5. $V \rightarrow \text{kusić}$

Restrykcje leksykalne:

1. cecha kategoryalna: $V = \text{kusić}$
2. cecha subkategoryzacyjna: $NP_{\text{nom}} - NP_{\text{acc}}$
3. cecha selekcyjna: $[+ \text{Hum}] - [+ \text{Hum}]$
4. cecha tematyczna: $\langle \text{Agent} - \text{Pacjent} \rangle$

Eksperyment (5) polegał na tym, że badający podawał badanym zdania (do jednego ucha) i trzaski (do drugiego ucha), przy czym trzaski umiejscawiano w środkach – nie na granicach – fraz. Okazało się, że badani, zapytani o miejsca, w których w zdaniach pojawiały się trzaski, odpowiadali, przemieszczając trzaski z miejsc obiektywnych do subiektywnych, mianowicie: z miejsc w środkach fraz do miejsc na granicach fraz; co decydujące, lepiej identyfikując owe trzaski (w drzewach) na piętrach niższych (liście), gorzej – na piętrach wyższych (węzły), np. trzaski lokalizowane obiektywnie w samych środkach słów: *wczoraj* i *Beata* badani lokalizują (słyszają!) na granicy fraz, dokładnie między słowami: *wczoraj* i *Beata* (Bever, Lackner, & Kirk, 1969):

³³ Por. formację (za pomocą reguł) i projekcję (za pomocą restrykcji), które pozwalają w sposób zarazem podobny i różny opisać zdanie: *Agata kusi Beatę*.

(13) *Ponieważ Agata przyjechała wczoraj Be'ata wyjechała.*

(14) *Ponieważ Agata przyjechała wczoraj ' Beata wyjechała.*

Eksperyment (6) polegał na tym, iż badający prezentował badanym zdania, a potem prosił, by osoby badane przypominały sobie następники na podstawie przypominanych poprzedników lub by oceniały siłę związku między poprzednikami i następnikami, przy czym podrzędniki i następniki były zarazem podrzędnikami i nadrzędnikami. Okazało się, że badani łatwiej sobie przypominają i silniej wiążą z sobą składniki znajdujące się na drzewie niżej, a więc składniki strukturalnie sobie bliższe, np. liście drzew, aniżeli składniki znajdujące się na drzewie wyżej, czyli składniki strukturalnie sobie dalsze, np. węzły drzew; np. łatwiej: *silna Beata* niż *Beata dusi*; ani łatwiej, ani trudniej: *Beata tuli* i (*Beata*) *dusi*, w zdaniach (Johnson, 1965; Levelt, 1970):

(15) *Ta silna Beata dusi tę ładną Agatę.*

(16) *Beata tuli Agatę i dusi Agatę.*

Teoria komplikacji derywacyjnej w swojej najwcześniejszej wersji została sfalsyfikowana. Niewykluczone, że jej fiasco w starciu z danymi eksperymentalnymi stanowiło konsekwencję przyjęcia błędnych założeń lingwistycznych i/lub psychologicznych, w szczególności takich, zgodnie z którymi przetwarzanie gramatyczne syntaksy angażuje transformacje i przebiega szeregowo (Gleason & Ratner, 2005, s. 15–64). W związku z tym wszystkim, w swej (naj)późniejszej wersji teoria komplikacji derywacyjnej została poddana licznym modyfikacjom³⁴. W modelach derywacyjnych transformacyjnych, po pierwsze, zmniejszono ilość reguł syntaktycznych – z wielu reguł formacyjnych do dwóch reguł projekcyjnych: $X' \rightarrow X$ (*Comp*) i $XP \rightarrow \text{Spec } X'$, i z wielu reguł transformacyjnych do jednej reguły translokacyjnej, np. *move- α* (*trace-t*); po wtóre, uogólniono jakość reprezentacji syntaktycznych, czyli struktury – głęboką i powierzchniową zastąpiono formami logiczną i dźwiękową. W modelach nie-derywacyjnych i nie-transformacyjnych, po pierwsze, wyeliminowano reguły syntaktyczne, m.in. zastąpiono reguły formacyjne informacjami leksykalnymi, a reguły transformacyjne – lukami; po drugie, wyeliminowano reprezentacje syntaktyczne: model gramatyczny przyjmuje albo reprezentację głęboką³⁵, albo reprezentację powierzchniową³⁶.

Wielu naukowców stoi na stanowisku, motywowanym wynikami badań doświadczalnych, zgodnie z którym parser językowy przeprowadza analizę gra-

³⁴ Por. ewolucję TDC w stronę modeli derywacyjnych i (trans)formacyjnych, np. GB i MP, oraz nie-derywacyjnych i nie-(trans)formacyjnych, np. LFG i PSG.

³⁵ Por. LFG.

³⁶ Por. PSG, np. GPSG i HPSG. Prezentacji modeli lingwistycznych, testowanych w badaniach eksperymentalnych, dostarczają liczne publikacje: Bresnan, 1982; Chomsky, 1981; 1995; Gazdar, Klein, Pullum, & Sag, 1985; Pollard & Sag, 1994.

matyczną zdań, wykorzystując w tym celu tzw. strategie percepcyjne rozumienia mowy. W kolejnych punktach, by zilustrować teoretyczne rozważania empirycznymi wynikami, zaprezentuję parę najbardziej wpływowych koncepcji – wybrane modele parsera (gramatyki mentalnej), które proponują Thomas Bever i Dan Slobin, John Kimball i Lyn Frazier.

Bever tworzy swoją teorię parsera w oparciu o dane z zakresu psychologii poznawczej. W tym ujęciu parser postępuje jak detektyw: zbiera poszlaki i stawia hipotezy. Parser pracuje zgodnie z paroma preferencjami. Po pierwsze, restrykcje funkcjonalne semantyczne implikują restrykcje formalne gramatyczne. Parser identyfikuje sąd i zdanie jako jednostkę funkcjonalną (faktoid) i formalną (sento-id), kierując się przy tym zasadą, iż relacje funkcjonalne (w sądach) determinują relacje formalne (w zdaniach), a wiedza o świecie organizuje wiedzę o języku, co znajduje swoje odbicie w cechach selekcyjnych i subkategoryzacyjnych wyrażen językowych. Po drugie, zdanie jest jednostką percepcyjną, która przyjmuje ogólną postać: NVN (dla zdania prostego) oraz SCS (dla zdania złożonego). Parser przetwarza jednostki formalne, cechujące się realnością percepcyjną, czyli zdania i ich składniki bezpośrednie – zarówno nie-terminalne (frazy w węzłach drzew), jak też terminalne (słowa w liściach drzew). Po trzecie, składniki w zdaniu złożonym pozostają do siebie w relacji poprzednik (S_1) i następnik (S_2), jak również nadrzędnik (S_1) i podrzędnik (S_2). Parser, percypując ciąg linearny klas syntaktycznych SCS, reprezentuje go jako zdanie złożone; co więcej, w zdaniu złożonym komponenty ciągu S_1CS_2 interpretuje jako klasy gramatyczne: zdanie₁ + spójnik + zdanie₂, przy czym S_1 pełni funkcję nadrzędnika, S_2 zaś – funkcję podrzędnika. Po czwarte, składniki w zdaniu prostym pozostają do siebie w relacji poprzednik (N_1) i następnik (N_2), a także subiekt (N_1) i obiekt (N_2). Parser, percypując ciąg linearny klas syntaktycznych NVN, reprezentuje go jako zdanie proste; co więcej, w zdaniu prostym składniki ciągu N_1VN_2 parser interpretuje jako klasy gramatyczne: rzeczownik₁ + czasownik + rzeczownik₂, przy czym N_1 pełni funkcję nadrzędnika (subiekt-agent), a N_2 – funkcję podrzędnika (obiekt-pacjent). Ogólniej rzecz ujmując, parser percypuje linearne sekwencje i reprezentuje strukturalne konstrukcje, ale także – w rezultacie – interpretuje semantyczne informacje (Bever, 1970; Townsend & Bever, 2001).

Slobin (1973) buduje swoją teorię parsera w oparciu o dane z zakresu psychologii rozwojowej. Parser przetwarza relacje gramatyczne – morfotaktyczne i syntaktyczne – a więc relacje między składnikami słów (częstkami w słowach) oraz składnikami zdań (słowami w zdaniach). Parser interpretuje składniki struktury powierzchniowej jako wykładniki struktury głębokiej, a ściślej rzecz biorąc, cechy gramatyczne i semantyczne słów i zdań traktuje, odpowiednio, jako środki i cele. Co ważne, parser, w pierwszej kolejności, odwzorowuje relacje linearne na strukturalne oraz, w drugiej kolejności, odwzorowuje relacje strukturalne na informacyjne i konceptualne. Parser preferuje przy tym formy, czyli składniki słów i zdań, normalne – centralne i generalne – z kolei unika form anormal-

nych – marginalnych i indywidualnych, w tym rzadkich i trudnych. Parser przywiązuje szczególną wagę do porządku cząstek w słowach oraz słów w zdaniach, tj. zakłada, że w słowach i zdaniach istnieje szyk kanoniczny, a więc najczęstszy i najprostszy, w związku z czym parser unika kroków (ruchów) wewnętrznych i zewnętrznych, czyli separacji części słów i translokacji części zdań. Dzieje się tak zapewne dlatego, że parser zwraca uwagę na frakcje finalne słów i zdań, a zwłaszcza na składniki, które pełnią funkcję morfonologiczną (temat) i fleksyjną (flektyw), mianowicie wykładniki funkcji leksykalnych (inwariantnych) i gramatycznych (wariantywnych).

Kimball (1973) formuje swoją teorię parsera na podstawie wyników lingwistyki informatycznej. Parser pracuje algorytmicznie w dwóch etapach, mianowicie gramatycznym (wejściowym) i semantycznym (wyjściowym), przy czym wyniki analizy gramatycznej (wyniki początkowe) trafiają do pamięci krótkotrwałej, z której odparowują szybko, a wyniki analizy semantycznej (wyniki końcowe) trafiają do pamięci długotrwałej, w której pozostają długo. Co istotne, etap gramatyczny obejmuje dwa sub-etapy: obligatoryjną i ekonomiczną analizę oraz fakultatywną i kosztowną re-analizę. Parser analizuje zdanie w kierunkach: z góry na dół i z lewa na prawo, wybiega o co najwyżej składnik do przodu (przewiduje) i włącza składniki do drzewa po jego prawej stronie (postępuje). Parser analizuje zdanie, sygnalizując nowe węzły jak najwyraźniej i zamykając stare składniki jak najszybciej, przy czym przetwarza równocześnie maksymalnie dwa zdania.

Frazier (z Janet Fodor i Charlesem Cliftonem) rozwija – uogólnia i upraszcza – koncepcję Kimballa. W tym ujęciu parser przetwarza zdania w dwóch etapach: derywacyjnym i integracyjnym. W pierwszej kolejności parser derywuje markery frazowe na poziomie fraz leksykalnych, wiążąc składniki (naj)bliższe – w węzłach (naj)niższych, o ile liczba tych składników nie przekracza pojemności pamięci operacyjnej werbalnej, czyli $7(\pm 2)$ jednostek. W drugiej kolejności parser integruje markery frazowe na poziomie fraz funkcjonalnych, wiążąc składniki (naj)dalsze w węzłach (naj)wyższych. Co istotne, parser przetwarza zdania na każdym etapie najoszczędniej i najprościej, mianowicie łączy składniki nowy i stary z pomocą najmniejszej liczby węzłów w drzewie, przy czym wiąże je wtedy, kiedy składnik stary jest aktualnie przetwarzany (Fodor & Frazier, 1980; Frazier, 1979; Frazier & Clifton, 1996; Frazier & Fodor, 1978).

Historia studiów doświadczalnych nad językiem/mową w mózgu/umyśle ilustruje ewolucję orientacji³⁷. Obecnie psycholingwistyka bada, z jednej strony, realność modeli lingwistycznych za pomocą metody psychologicznej, ale także, z drugiej strony, adekwatność modeli psychologicznych w materii lingwistycznej (Rączaszek-Leonardi, 2008).

³⁷ Por. kierunek lingwistyczny (bardziej przeszły): od języka/mowy do mózgu/umysłu, lub kierunek psychologiczny (bardziej przyszły): od mózgu/umysłu do języka/mowy.

W swoim szkicu opowiadałem się za podejściem, zgodnie z którym modele psychologiczne w studiach nad przetwarzaniem gramatycznym są niewystarczalne, a modele lingwistyczne – niezbywalne, na co najmniej niektórych poziomach i niektórych etapach pracy parsera³⁸. W zasadzie, mówiąc najkrócej, stosunki między modelami psychologicznymi i lingwistycznymi układają się w taki sposób, że można przyjąć, iż gramatyka mentalna przetwarza zdania i sądy w trybie – w pierwszej kolejności – heurystycznym (strategicznym) oraz – w drugiej kolejności – algorytmicznym (mechanicznym), a więc taktyki (heurezy) uruchamiają się na wczesnych, a mechanizmy (algorytmy) – na późnych etapach gramatycznego przetwarzania języka/mowy, co silnie koreluje ze stopniem komplikacji (łatwości i trudności) przetwarzanych zdań/sądów.

Podsumowanie

Refleksja nad fenomenem gramatyki (z punktu widzenia kilku dyscyplin, wzajemnie sobie podporządkowanych) pozwala zauważyć, że istnieje silna korespondencja między domenami formalną oraz empiryczną (cerebralną i mentalną), w jakich esencja (lingwalna) gramatyki się realizuje (uobecnia; por. części parsera, tj. modułu gramatycznego, a więc gramatyki „małą” i „dużą”):

1. gramatyka mała:
 - 1.1. formalnie: regularna
 - 1.2. lingwalnie: stanowa
 - 1.3. empirycznie:
 - 1.3.1. mentalnie: wczesna/heurystyczna
 - 1.3.2. cerebralnie: wczesna/wentralna
2. gramatyka duża:
 - 2.1. formalnie: bezkontekstowa
 - 2.2. lingwalnie: frazowa
 - 2.3. empirycznie:
 - 2.3.1. mentalnie: późna/algorytmiczna
 - 2.3.2. cerebralnie: późna/dorsalna

Gramatyki mała i duża odróżniają się od siebie pod kilkoma względami: gramatyka mała to (zarazem) gramatyka niższa, krótsza i węższa, a gramatyka duża

³⁸ Podobne stanowisko zajmują m.in.: Gorrell, 1995; Marcus, 1980; Pritchett, 1992.

to (zarazem) gramatyka wyższa, dłuższa i szersza. Powstaje pytanie: co to znaczy? Kolejno omówię te kategorie.

Gramatyka krótsza to moduł, który przetwarza relacje zachodzące, w sekwencjach, między poprzednikami i ich następnikami (bliskimi linearnie i/lub strukturalnie), a gramatyka dłuższa to moduł, który przetwarza relacje zachodzące, w konstrukcjach, między podrzędnikami i ich nadrzędnikami (dalekimi linearnie i/lub strukturalnie).

Gramatyka niższa to moduł, który przetwarza relacje leksykalne między składnikami zdań, za pomocą schematów poznawczych, a gramatyka wyższa to moduł, który przetwarza relacje syntaktyczne między składnikami zdań, za pomocą dendrytów gramatycznych. Innymi słowy: gramatyka niższa obsługuje stosunki istniejące między frazami leksykalnymi (liśćmi drzew), gramatyka wyższa zaś obsługuje stosunki istniejące między frazami funkcjonalnymi (węzłami drzew).

Gramatyka węższa ujmuje relacje ilościowo najmniej liczne (najbardziej proste i krótkie), które pozwalają się opisać (także) za pomocą strategii i tranzycji, a gramatyka szersza ujmuje relacje ilościowo najbardziej liczne, które pozwalają się opisać (tylko) przy użyciu derywacji i unifikacji.

Zakończenie

W swojej pracy szukałem granic (warunków brzegowych) formalnych (matematycznych) oraz empirycznych (biologicznych i psychologicznych) gramatyk lingwalnych formalnie nie-sprzecznych i empirycznie nie-podważalnych, mianowicie gramatyk realnych – tj. istniejących gdzieś i kiedyś, czyli w mózgach i w umysłach użytkowników języka i mowy – a nie jedynie intencjonalnych, tj. istniejących ani gdzieś i ani kiedyś, a więc w tekstach i dyskursach (które istnieją jedynie o tyle, o ile badacz przyłoży do materii jakąś metodę, co determinuje lekturę, jedną z wielu potencjalnych i ekwiwalentnych, a więc *par excellence* wirtualną). W związku z tym przypomniałem w swojej pracy, z jednej strony, najbardziej aktualne, a z drugiej – najbardziej klasyczne rezultaty badań z zakresu neuro- i psycholingwistyki, które wyznaczają pewne nieprzekraczalne granice, w jakich musi się sytuować realna gramatyka, której przypisuje się cechy: wewnętrznie koherentna oraz zewnętrznie adekwatna – deskrypcyjnie i eksplanacyjnie.

Bibliografia

- ALTMANN, G.T.M. (2001). The language machine: Psycholinguistics in review. *British Journal of Psychology*, 92, 129–170.
- BEVER, T.G. (1970). The cognitive basis for linguistic structures. In: J.R. HAYES (Ed.), *Cognition and the development of language* (pp. 270–362). New York: Wiley.
- BEVER, T.G., LACKNER, J.R., & KIRK, R. (1969). The underlying structure of sentences are the primary units of immediate speech processing. *Perception and Psychophysics*, 5, 225–231.
- BLIKLE, A. (1971). *Automaty i gramatyki. Wstęp do lingwistyki matematycznej*. Warszawa: PWN.
- BOBROWSKI, I. (1993). *Językoznawstwo racjonalne. Z zagadnień teorii językoznawczej i metodologii opisów gramatycznych*. Kraków: Wydaw. Instytutu Języka Polskiego PAN.
- BRESNAN, J. (Ed.). (1982). *The mental representation of grammatical relations*. Cambridge: M.I.T. Press.
- CHOMSKY, N. (1956). Three models for the description of language. *IRE Transactions on Information Theory*, 2, 113–123.
- CHOMSKY, N. (1957). *Syntactic structures*. The Hague: Mouton.
- CHOMSKY, N. (1963). Formal properties of grammars. In: R.D. LUCE, & E. GALANTER (Eds.), *Handbook of Mathematical Psychology*. Vol. 2 (pp. 323–418). New York: Wiley.
- CHOMSKY, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge: M.I.T. Press.
- CHOMSKY, N. (1968). *Language and mind*. New York: Harcourt, Brace & World.
- CHOMSKY, N. (1981). *Lectures on Government and Binding*. Dordrecht: Mouton.
- CHOMSKY, N. (1995). *The Minimalist Program*. Cambridge: M.I.T. Press.
- FODOR, J.A., & FRAZIER, L. (1980). Is the human sentence parsing mechanism ATN? *Cognition*, 8, 417–459.
- FODOR, J.A., & GARRETT, M.F. (1966). Some reflections on competence and performance. In: J. LYONS, & R.J. WALES (Eds.), *Psycholinguistic Papers* (pp. 135–154). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- FODOR, J.A., & GARRETT, M.F. (1967). Some syntactic determinants of sentential complexity. *Perception and Psychophysics*, 2, 289–296.
- FODOR, J.A., BEVER, T.G., & GARRETT, M.F. (1974). *The psychology of language: An introduction to psycholinguistics and generative grammar*. New York: McGraw-Hill.
- FODOR, J.A., GARRETT, M.F., & BEVER, T.G. (1968). Some syntactic determinants of sentential complexity, II: verb structure. *Perception and Psychophysics*, 3, 453–461.
- FRAZIER, L. (1979). *On comprehending sentences: Syntactic parsing strategies*. Indiana: Indiana University Linguistics Club.
- FRAZIER, L., & CLIFTON, Ch. (1996). *Construal*. Cambridge: M.I.T. Press.
- FRAZIER, L., & FODOR, J.A. (1978). The sausage machine: a new two stage parsing model. *Cognition*, 6, 291–325.
- FRIEDERICI, A.D. (2011). The brain basis of language processing: From structure to function. *Physiological Reviews*, 91(4), 1357–1392.
- GAIFMAN, H. (1965). Dependency Systems and Phrase-Structure Systems. *Information and Control*, VIII, 304–337.
- GARRETT, M.F., BEVER, T.G., & FODOR, J.A. (1966). The active use of Grammar in speech perception. *Perception and Psychophysics*, 1, 30–32.
- GAZDAR, G., KLEIN, E., PULLUM, G., & SAG, S. (1985). *Generalized Phrase Structure Grammar*. Blackwell: Harvard University Press.
- GLEASON, J.B., & RATNER, N.B. (2005). *Psycholingwistyka* (J. BOBRYK, tłum.). Gdańsk: Gdańskie Wydaw. Psychologiczne.

- GORRELL, P. (1995). *Syntax and parsing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- GREENE, J. (1977). *Psycholingwistyka. Chomsky a psychologia* (J. ŁASZCZ, tłum.). Warszawa: PWN.
- HAGOORT, P. (2005). On Broca, brain, and binding: a new framework. *Trends Cogn Sci*, 9, 416–423.
- HICKOK, G., & POEPEL, D. (2007). The cortical organization of speech perception. *Nat Rev Neuosci*, 8, 393–402.
- HOPCROFT, J., MOTWANI, R., & ULLMAN, J. (2005). *Wprowadzenie do teorii automatów, języków i obliczeń* (B. KONIKOWSKA, tłum.). Warszawa: PWN.
- JOHNSON, N.F. (1965). The psychological reality of phrase structure rules. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, IV, 469–475.
- JOHNSON-LAIRD, P.N. (1996). Gramatyka a psychologia. W: *Noama Chomsky'ego próba rewolucji naukowej. Antologia tekstów. T. 2: Generatywny program badań nad ludzkim umysłem* (tłum. zbiorowe, s. 149–162). Warszawa: Wydaw. Instytutu Filozofii i Socjologii PAN.
- KIERAŚ, W. (2010). Schwyzertuutsch, Bambara i języki bezkontekstowe. *Studia Semiotyczne*, 27, 135–149.
- KIMBALL, J. (1973). Seven principles of surface structure parsing in natural language. *Cognition*, 2, 15–47.
- KURCZ, I., & POLKOWSKA, A. (1990). *Interakcyjne i autonomiczne przetwarzanie informacji językowych: na przykładzie procesu rozumienia tekstu czytanego na głos*. Wrocław: Ossolineum.
- LELY VAN DER, HEATHER, K.J., & PINKER, S. (2014). The Biological Basis of Language: Insight from Developmental Grammatical Impairments. *Trends in cognitive sciences*, 18, 586–595.
- LEVELT, W.J.M. (1970). A scalling approach to the study of syntactic relations. In: G.B. FLORES D'ARCAIS, & W.J.M. LEVELT (Eds.), *Advances in Psycholinguistics* (pp. 109–121). Nord-Holland: Pub. Co.
- MARCUS, G.F. (1980). *A theory of syntactic recognition for natural language*. Cambridge: M.I.T. Press.
- MARR, D. (1982). *Vision: A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. New York: M.I.T. Press.
- MECNER, P. (2005). *Elementy gramatyki umysłu. Od struktur składniowych do minimalizmu*. Kraków: Universitas.
- MILLER, G.A. (1962). Some psychological studies of Grammar. *American Psychologist*, 1, 748–762.
- MILLER, G.A., & CHOMSKY, N. (1963). Finitary models of language users. In: R.D. LUCE, & E. GALANTER (Eds.), *Handbook of Mathematical Psychology*. Vol. 2 (pp. 2–419). New York: Wiley.
- MILLER, G.A., & MCKEAN, K. (1964). A chronometric study of some relations between sentences. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 16, 297–308.
- MYKOWIECKA, A. (2007). *Inżynieria lingwistyczna. Komputerowe przetwarzanie tekstów w języku naturalnym*. Warszawa: Wydaw. Polsko-Japońskiej Wyższej Szkoły Technik Komputerowych.
- NOWAK, T. (2013). Językoznawstwo współczesne na tle koncepcji programów badawczych I. Lakatos. *Linguistica Copernicana*, 2(10), 235–254.
- NOWAK, T. (2014). Modele lingwistyczne – ile i dla kogo? W: A. MOROZ, P. SOBOTKA, & M. ŻABOWSKA (red.), *Maiuscula linguistica. Studia in honorem Professori Matthia Grochowski sextuagesimo quinto dedicata* (s. 339–354). Warszawa.
- POEPEL, D., & EMBICK, D. (2005). Defining the relation between linguistics and neuroscience. In: A. CUTLER (Ed.), *Twenty-First century Psycholinguistics: Four Cornerstones* (pp. 103–118). Mahwah: Routledge.
- POLLARD, C., & SAG, I.A. (1994). *Head-driven Phrase Structure Grammar*. Chicago: University of Chicago Press.
- PRITCHETT, B.L. (1992). *Grammatical competence and parsing performance*. Chicago: University of Chicago Press.
- RĄCZASZEK-LEONARDI, J. (2008). Metodologiczne podstawy współczesnej psycholingwistyki. W: P. STALMASZCZYK (red.), *Metodologie językoznawstwa. Współczesne tendencje i kontrowersje* (s. 236–251). Kraków: Lexis.

- SAVIN, H., & PERCHONOCK, E. (1965). Grammatical structure and the immediate recall of English sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 4, 348–353.
- SHALOM, D.B., & POEPPPEL, D. (2008). Functional Anatomic Models of Language: Assembling the Pieces. *Neuroscientist*, 14, 119–127.
- SLOBIN, D.I. (1966). Grammatical transformations and sentence comprehension in childhood and adulthood. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 219–227.
- SLOBIN, D.I. (1973). Cognitive prerequisites for the development of grammar. In: C.A. FERGUSON, & D.I. SLOBIN (Eds.), *Studies of Child Language Development* (pp. 175–208). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- TOWNSEND, D.J., & BEVER, T.G. (2001). *Sentence Comprehension: The Integration of Habits and Rules*. Cambridge: M.I.T. Press.
- WANNER, E. (1978). The parser's architecture. In: F. KESSEL (Ed.), *The development of language and language researchers: Essays in honour of Roger Brown* (pp. 155–179). Hillsdale: Psychology Press.
- WANNER, E. (1980). The ATN and the sausage machine: Which one is baloney? *Cognition*, 8, 209–225.
- WANNER, E., & MARATSOS, M. (1978). An ATN approach to comprehension. In: M. HALLE, J. BRENNAN, & G.A. MILLER (Eds.), *Linguistic theory and psychological reality* (pp. 119–137). Cambridge: M.I.T. Press.